

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 02-263789

(43)Date of publication of application : 26.10.1990

---

(51)Int.Cl.	C30B 29/04	C30B 25/02	H01L 21/205
	H01L 21/31		

---

(21)Application number : 01-083226

(71)Applicant : KANAGAWA PREF GOV

(22)Date of filing : 31.03.1989

(72)Inventor : KARASAWA SHIRO  
KOBAYASHI MASARU  
WATANABE TAKESHI  
HIRABAYASHI YASUO

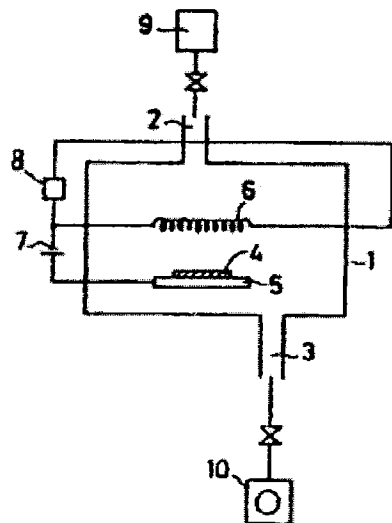
## (54) SILICON SUBSTRATE HAVING DIAMOND SINGLE CRYSTALLINE FILM AND ITS PRODUCTION

(57)Abstract:

**PURPOSE:** To easily obtain a silicon substrate fitted with a diamond single crystalline film which is available for the insulator of a semiconductor at low cost by forming the diamond single crystalline film on the silicon substrate via an amorphous layer contg. Si and C.

**CONSTITUTION:** Both a silicon substrate 4 and a heating filament 6 are oppositely provided in a closed vessel 1. Gaseous hydrocarbon (e.g. gaseous methane) diluted to 0.3 to 3% concn. by hydrogen is introduced into this vessel 1. The pressure of the inside of the vessel 1 is regulated to 30 to 70Torr. Then bias voltage is impressed between the silicon substrate 4 and the heating filament 6 from a bias power source 7. Further AC is allowed to flow to the heating filament 6 from a power source 8 within a short time to cause build-up of heat. Both an

amorphous layer contg. Si and C and a diamond single crystalline film are successively and continuously formed on the substrate 4 by controlling the temp. of the base plate 4 at 700 to 1000° C.



Partial Translation of Reference 10

Jpn. Pat. Appln. KOKAI Publication No. 02-263789

Filing No.: 01-083226

Filing Date: March 31, 1989

Applicant: KANAGAWA PREF GOV

Priority: Not Claimed

KOKAI Date: October 26, 1990

Request for Examination: Not filed

Int.Cl.: C30B 29/04

25/02

H01L 21/205

21/31

---

**Page 2, Lower Left Column, Line 6 to 10**

... In the above manner, plasma is generated between the silicon substrate and the hot filament, and a temperature of the substrate is rapidly increased from normal temperature by radiant heat of the hot filament and plasma heating.

## 対応なし、英抄

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

## ⑫ 公開特許公報(A) 平2-263789

⑬ Int.Cl.<sup>5</sup>

識別記号

片内整理番号

⑭ 公開 平成2年(1990)10月26日

G 30 B 29/04  
25/02  
H 01 L 21/205  
21/31P 8518-4G  
8518-4G  
7739-5F  
C 6810-5F

審査請求 未請求 請求項の数 2 (全4頁)

⑮ 発明の名称 ダイヤモンド単結晶膜を有するシリコン基板とその製造方法

⑯ 特 願 平1-83226

⑰ 出 願 平1(1989)3月31日

⑱ 発 明 者 唐 澤 志 郎 神奈川県藤沢市辻堂東海岸4-7-436  
 ⑱ 発 明 者 小 林 賢 神奈川県横浜市神奈川区白幡上町225  
 ⑱ 発 明 者 渡 邊 武 司 神奈川県横浜市磯子区洋光台3-2-31  
 ⑱ 発 明 者 平 林 康 男 神奈川県横浜市金沢区富岡東1-2-5  
 ⑲ 出 願 人 神 奈 川 県 神奈川県横浜市中区日本大通1  
 ⑳ 代 理 人 弁理士 北村 欣一

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

ダイヤモンド単結晶膜を有するシリコン  
基板とその製造方法

## 2. 特許請求の範囲

1. シリコン基板上にSi及びCを含むアモルファス層を介してダイヤモンド単結晶膜を形成したことを特徴とするダイヤモンド単結晶膜を有するシリコン基板。
2. 密閉容器内に、シリコン基板と熱フィラメントとを対向して設け、該容器内に水素希釈の0.1%~3%の炭化水素ガスを導入して該容器内の圧力を80~10Torrに調整し、該シリコン基板と熱フィラメントの間にバイアス電圧を与え、該フィラメントへ通電して該基板の温度を700℃~1000℃に制御することにより該基板上にSiとCを含むアモルファスの層とダイヤモンド単結晶膜とを順次に連続形成することによって特徴とするダイヤモンド単結晶膜の製造方法。

## 3. 発明の詳細な説明

## (産業上の利用分野)

本発明は、電子デバイスその他に使用するに適したダイヤモンド単結晶膜を有するシリコン基板とその製造方法に関する。

## (従来の技術)

従来、ダイヤモンド単結晶膜を気相成長法により作成する方法として、ダイヤモンド単結晶膜と同種類の材料であるところのダイヤモンド単結晶基板を用いてその表面に該単結晶膜を成長させるホモエピタキシャル法が知られている。

また、異種類の材料であるシリコン基板上にダイヤモンド膜を気相成長法により形成する方法として熱フィラメント法、EACVD法、高周波プラズマCVD法、イオン蒸着法、プラズマジェット法などが知られているが、これらの方法で形成された膜は多結晶膜または単結晶粒子であり、単結晶のダイヤモンド膜については報告されていない。

## (発明が解決しようとする課題)

前記の従来法のうち、ホモエピタキシャル法

は、基板として天然または高圧合成のダイヤモンドを使用するため、高価でしかも加工が難しく、産業分野への応用が制約される不都合があった。

また、異種類の材料であるシリコン基板上へ直接ダイヤモンド膜を気相成長により形成する場合には、シリコン単結晶の格子定数が $3.56935 \text{ \AA}$ 、成長しようとするダイヤモンド単結晶の格子定数が $3.56888 \text{ \AA}$ であり、両者の間に $0.1\%$ の格子不整合がある。このため、シリコン基板の上にそのままダイヤモンド膜を形成する従来法では、多結晶のダイヤモンド膜となり、ダイヤモンド単結晶膜には成長しない。電気材料としては、多結晶よりも単結晶のダイヤモンド膜が望ましい。

本発明は、前記従来法では困難であったダイヤモンド単結晶膜を有するシリコン基板とその製造方法を提供することを目的とするものである。

(課題を解決するための手段)

基板と熱フィラメント間に該フィラメントが陰極となるように $140 \text{ V}$ のバイアス電圧を与え、次いで熱フィラメントに例えば $10$ 秒間で $30 \sim 50 \text{ A}$   $15 \text{ V}$ の設定値になるように急速に通電し、その後シリコン基板の温度が $850^\circ \text{C}$ で一定となるように該熱フィラメントを制御する。これによって該シリコン基板と熱フィラメントとの間にプラズマが発生し、熱フィラメントの輻射熱と、プラズマ加熱により基板を常温から急速に昇温する。この過程で該容器内の炭素源であるメタンが急速に該基板の表面を炭化し $\text{Si}$ と $\text{C}$ を含むアモルファスの層が形成される。更にこの状態を維持して装置の作動を続けると、該アモルファスの層の上にダイヤモンドの単結晶膜が一面に成長する。

(実施例)

本発明の実施例を別紙図面に基づき説明すると、第1図は本発明の実施に使用した装置の概略構成を示し、同図に於て符号(1)はガス導入口(2)と真空排気口(3)を隔えた密閉容器、(4)は該密

本発明のダイヤモンド単結晶膜を有するシリコン基板は、シリコン基板上に $\text{Si}$ 及び $\text{C}$ を含むアモルファス層を介してダイヤモンド単結晶膜を形成した構成を備え、密閉容器内に、恒温炉を用いずにシリコン基板と熱フィラメントとを対向して設け、該容器内に水素希釈の $0.3\% \sim 3\%$ の炭化水素ガスを導入して該容器内の圧力を $30 \sim 70 \text{ Torr}$ に調整し、該シリコン基板と熱フィラメントの間にバイアス電圧を与え、該フィラメントへ通電して該基板の温度を $700^\circ \text{C} \sim 1000^\circ \text{C}$ に制御することにより該基板上に $\text{Si}$ と $\text{C}$ を含むアモルファスの層とダイヤモンド単結晶膜とを順次に連続形成することにより製造される。

(作用)

シリコン基板を用意した恒温炉を用いずに密閉容器内に、例えばメタンガスが $1\%$ で残りが水素ガスとなるように水素で希釈した炭化水素ガスを導入し、該容器内の圧力を $30 \text{ Torr}$ に調整したのち該容器を密閉する。そしてシリコン基

閉容器(1)内の基板ホルダ(5)上に載せたシリコン基板、(6)は該シリコン基板(4)の板面と対向して設けた熱フィラメントを示す。該基板ホルダ(5)と熱フィラメント(6)の間に、該基板ホルダ(5)が陽極となるように直流のバイアス電源(7)が接続され、該熱フィラメント(6)の作動用に交流又は直流の電源(8)が接続される。

該シリコン基板(4)は、(111)面が膜形成面となるように設置したが、(100)面或は(110)面を膜形成面に使用することも可能である。該基板(4)には、厚さ $250 \text{ }\mu\text{m}$ で、 $10 \text{ }\mu\text{m}$ のダイヤモンドペーストで表面研磨を施したものを使用した。また、該ガス導入口(2)には、ガス供給源(9)を接続するものとし、該ガス供給源(9)に水素で $3\% \sim 0.3\%$ に希釈したメタン、メチルアルコール、エチルアルコール、炭化水素ガスが用意される。

本発明の1実施例に於ては、前記シリコン基板(4)を設けた容器(1)内を真空排気口(3)に接続した真空ポンプ(10)で真空排気したのち、水素希釈の $1\%$ メタンガスを導入し、該容器(1)内の圧力

が30Torrとなったところで容器(1)を密閉状態とした。そしてバイアス電源(7)を接続して基板ホルダ(5)に載せたシリコン基板(4)と熱フィラメント(6)との間に直流140Vのバイアス電圧を与え、次いで10秒間の短時間内に電源(8)から熱フィラメント(6)へ30~50A 15Vの交流を通電し、該フィラメント(6)を2000℃に発熱させ、シリコン基板(4)を850℃まで上昇させた。

この状態でシリコン基板(4)と熱フィラメント(6)との間にプラズマが発生し、該プラズマ中の水素ラジカルが該基板(4)の表面を清浄化する。これと同時にメタンが該基板(4)の表面の炭化を急速に行ないSiとCを含むアモルファス層の形成が進む。

更にそのままの状態を維持し、容器(1)内のガスの対流と熱的な定常状態を確保し乍ら成膜を続けると、SiとCのアモルファス層の上に結晶膜が形成された。該シリコン基板(4)を容器(1)から取出し、断面TEM像を観察すると、(111)面のシリコン基板(4)の上に20Å厚のアモルファス

層(1)が形成され、更にその上に単結晶膜(2)が一面に成長していることが確認された。第2図はその断面の構成の概略である。

得られた単結晶の膜の屈折率を測定したところ、2.44で天然ダイヤモンドの値2.4186に近く、1332 $\text{cm}^{-1}$ のラマンシフトの半値幅は4~5 $\text{cm}^{-1}$ でこれも天然ダイヤモンドの値3 $\text{cm}^{-1}$ に近いことが確認された。

繰返しての実験によれば、水素希釈の1%メタンのガスを使用した場合、容器(1)内の圧力が30~70Torrの範囲にあるときダイヤモンド単結晶膜がシリコン基板(4)上に形成された。また、該基板(4)の温度は700~1000℃の範囲であった。

更に炭化水素ガスの濃度は、これが高いとグラファイトやアモルファスカーボンが付着するにすぎず、またこれが低いと成膜速度が遅くなり、その濃度を0.3%~3.0%に水素で希釈したものを使用すると良好な結果が得られた。

(発明の効果)

このように本発明によれば、Si及びCのアモ

ルファス層を介してダイヤモンド単結晶膜を形成したシリコン基板が得られ、半導体や電子デバイスの絶縁材として利用出来、その製造方法によれば、シリコン基板の上にSi及びCを含むアモルファスの層がまず形成され、続いてダイヤモンド単結晶膜が形成されしかも基板加熱用に恒温炉を必要としないので、製造が容易であり、安価で加工性の良いシリコン基板を使用するので安価にダイヤモンド単結晶膜付の素材を提供出来る等の効果がある。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の実施例の説明線図、第2図は本発明により製造されたダイヤモンド単結晶膜を有するシリコン基板の拡大断面図である。

- (1) … 密閉容器
- (4) … シリコン基板
- (6) … 熱フィラメント
- (7) … バイアス電源
- (8) … 電源
- (9) … ガス供給源

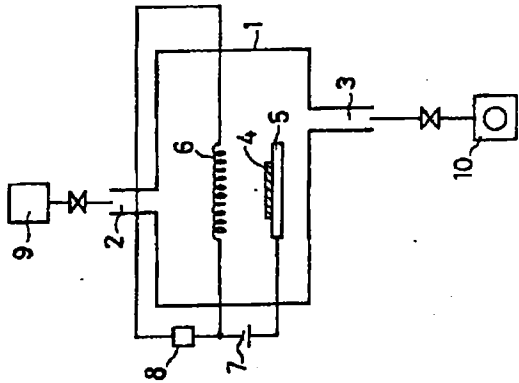
01 … Si及びCを含むアモルファス層

02 … ダイヤモンド単結晶膜

特 許 出 願 人 神 奈 川 県  
代 理 人 北 村 欣 一



第 1 圖



第 2 圖

